

伝統的河川工法の事例について

研究第二部 次 長 山口 修

研究第二部 主任研究員 山田 平

1. はじめに¹⁾

わが国では、その自然的・社会的特性から洪水災害が多く、洪水からの住民の生命と財産を守るための治水事業は、昔から極めて重要なものであった。そのため、人々は安全性や耐久性等を考慮して最良の工法を模索し、日本型の河川工法（伝統的河川工法）を育ててきた。しかし現在では、洪水時における強度面や耐久性への不安、木材や石材等の自然素材の入手難や価格の上昇、さらに技術者不足などから施工数が減少してきている状況にある。

伝統的河川工法は施工場所への対応性、施工後の地盤変化への順応性などが高く、しかも生態系へ好影響を与えているなど近代的治水工法に比べて優れた点も多くみられる。

本文では、日本国内のいくつかの河川における伝統的河川工法の事例調査を通じて、その強度や耐久性、また生態系や景観面について検討した結果を報告したい。

2. 伝統的河川工法の概要

わが国の木材や石材等の自然素材を用いた伝統的河川工法としては、法覆工、法留工、根固工、水制工、護床工などがあり、それぞれ長い年月の間に創意工夫が積み重ねられて今日の姿となったものである。5つの目的別分類と、各分類ごとの工法の概要を表－1に示す。

表－１ 伝統的河川工法の概要

分類	工 法 名	工 法 の 概 要
法	芝付工	法面に芝を張るか植え付ける工法で、綿芝張、葎目張、筋芝などがある。一般に川表は綿芝張、川裏は葎目張とし、重要でない箇所は筋芝とする。
	柳枝工	長さ2m程度のヤナギそだを元口を上流に向けて敷き並べ、適当な間隔に小杭を打ってそれにしがらをかいて、のり方向に2m間隔に、流水方向に1m間隔のますを作り、しがらの高さ一杯に土砂、砂利を詰める。
	栗石そだ工	構造は、柳枝工とほぼ同じ。土砂や切込み砂利のかわりに、径15cm以上の栗石、玉石、野面石を使用する。
	蛇かご工	工場であらかじめ編んだ鉄線のかごに、玉石を詰めて法面に敷設する工法である。かごの長さは普通10m以下。径は90cm以下で、45～60cm程度のものが多い。
工	石張（積）工	玉石、割石などを法面に敷き並べるもので、1:10の勾配を境として張工と積工に分けられる。モルタルあるいはコンクリートを用いて個々の石を繋結したものを練り石張り、単に石のみで施工するものを空石張りという。
	土台	最も簡単な工法で、法覆工の荷重を支えるだけである。滑動防止のため、止め杭を打つこともある。
留	竹欄工	末口7～9cmの杭を約60cm間隔に打ち込み、口通用6～9cmの唐竹でかき、その裏にヤナギ交じりそだを立そだとして土砂を充てんする。背面は吸い出しを防ぐため幅60cm内外に栗石、砂利を入れる。
	板欄工	竹欄工の唐竹のかわりに松板を用いる。
	詰杭工	適当な間隔で親杭を打ち、その間に成木や詰杭打ちを行う。頭部の挟み木などで連結して補強する。
工	枠工	丸太三本で組んだ三角のフレームを並べて水平材で連結し、沈石を詰めたものである。
根固工	捨石	最も簡単な工法であり、その附近の河床構成材料より大きく重い石を用いる。施工箇所近くの大石を集めて、河床全面に敷き並べる。

分類	工 法 名	工 法 の 概 要
根	そだ単床	そだ沈床の構造を簡単にしたもので、下桟格の上に敷きそだを1～2層敷き、上桟格を省略してすぐしがらをかき、沈石するもので1層の厚さが約60cmで、水深の浅いところに用いられる。
	そだ沈床	そだを主体とした沈床工で、連桟、敷きそだ、しがら、沈石からなる。
固	木工沈床	木工沈床は、松の方格材を約2m間隔に格子状に組み、これに松丸太を敷き並べ、その上に詰石を乗せたもの、これを重ねて敷網にして用いる。改良沈床は、丸太のかわりに鉄筋コンクリート方格材を用いたもの。
	枠工	丸太材、鉄筋コンクリート材で枠を組み立て、中に玉石を充てんしたもの。河川の特性に応じた種々の工法がある。
水	蛇かご工	鉄線蛇かごの中に玉石などを詰め、敷き並べたもの。
	杭打ち水制（杭出し）（透過水制）	木杭あるいはコンクリート杭を1～2m程度の間隔に2列以上に打ち込んだ透過水制。河床洗掘を防止するため、そだ沈床、捨石、蛇かごなどを合わせて施工する。
	沈床水制（根、板、欄）（不透過水制）	根固工に使用するそだ沈床、木工沈床、改良沈床を水制に使用する。ケレップ水制はそだ沈床に土覆工を施したもの。
	牛水制（透過水制）	丸太材を三角雫あるいは四角雫体に組み立て、蛇かごにより沈設する。
制	枠水制（半透過水制）	根固工の枠を水制として利用する。木材またはコンクリート材を三角雫あるいは直方体に組み立て、立成木、構成木を配してその中に玉石を充てんし、水制としたもの。半透過水制である。
	蛇かご水制（半透過水制）	蛇かごを使用した半透過水制。
	捨石	最も簡単な工法であり、その附近の河床構成材料より大きく重い石を用いて、河床全面に敷き並べる。
護床工	木工沈床	根固工の木工沈床と同様。
	枠工	根固工の枠工と同様。
	蛇かご工	鉄線蛇かごの中に玉石などを詰め河床に敷き並べる。

3. 伝統的河川工法の事例調査

3.1 調査地点の選定

わが国には、全国各地において、それぞれの河川特性にあわせて独自に発達してきた伝統的河川工法が存在する。

本調査では、このような伝統的河川工法の適正な評価を行うために、伝統的河川工法が施工されている、あるいは構造物が残っている河川であり、しかも河川規模、勾配、河床材料、堤防形態などが種々異なる河川を対象河川として選定し、調査を実施した。

3.2 調査結果

調査のとりまとめにあたっては、土木的特徴、生態的特徴、景観的特徴という観点から整理を行った。

表－2は、各河川の伝統的工法について、それぞれの河川の施工例の特徴をまとめて示したものである。表－2からわかるように、全国各地には数多くの伝統的河川工法による構造物が存在している。以下にこれらの伝統的河川工法の特徴をとりまとめて分析・整理した結果を報告する。

表-2 伝統的河川工法の調査結果

分類	工 法	河 川 名	河 川 特 性					付近の 状 況	土 木 的 特 徴	生 態 的 特 徴	景 観 的 特 徴
			規模勾配形状河床 大中急瀬堰砂泥 小流流込堤堰								
法覆工	柳技工	木曾川	○	○	○	○		背割堤	基礎部にそだを用いてその上に 砕石を乗せた柳技工	水生・陸上生物にとってよい 生息場所	やや人工的であるが、柔らかく 自然度の高い景観
	空石積工	農具川	○	○	○	○		農地	玉石の空石積み護岸	穴居性の魚類の生息場所	親水性は高いがやや単調
	空石積工	夜須川	○	○	○	○		農地	玉石・割石の空石積みの護岸	同上	発生した植生によって豊かな 自然景観
	蛇かご工	後川	○	○	○	○		農地	玉石を詰めた鉄線蛇かごの護岸 である	穴居性・小型魚類の生息場所 であるがあまり好適ではない	発生した草によって水面と背 景が調和
	蛇かご工	犀川	○	○	○	○		農地	同上	陸上・水生生物の良好な生息 場所	植物の繁茂によって自然景観 に近い
	蛇かご工	奈良井川	○	○	○	○		農地	同上	穴居性の魚類の生息場所	人工的ではあるが河床形態に よく似た景観
法覆工 法留工	空石積工 杭橋工	小田川	○	○	○	○		農地	空石積みの法覆工の全面を杭橋 工で保護している	穴居性の水生生物にとってよ い生息場所	水面とその背景を調和させ一 体感のある景観にしている
法留工	木杭橋工	千曲川	○	○	○	○		農地	玉石を詰めた木杭橋で木杭出し も設置	水深が深いため大型の魚の生 息場所	繁茂した植生によって自然度 の高い景観
根固工	木工沈床	仁淀川	○	○	○	○		農地	割石を詰めた木工沈床	多種・数の魚の生息場所	陸上部の樹木が水際部の自然 景観を形成
	木工沈床	仁淀川	○	○	○	○		農地	同上	エビ類の良好な生息場所	同上
	木工沈床	農具川	○	○	○	○		農地	玉石を詰めた木工沈床	多種・数の魚の生息場所	流れに変化を与え水面の表情 を豊かにしている
	木工沈床	農具川	○	○	○	○		農地	玉石を詰めた木工沈床の護岸	魚類にとってあまり良い生息 環境ではない	親水観を高めているが、やや 人工的
	木工沈床	千曲川	○	○	○	○		農地	割石を詰めた木工沈床の根固め	多種の魚類の良好な生息場所	やや安定性に欠けるが自然河 岸に近い景観
	沈床工	千曲川	○	○	○	○		農地	沈床による護岸根固め工で木杭 出しも設置	多種・数の魚類と鳥類の良好 な生息場所	自然度の高い護岸景観
	木工沈床	犀川	○	○	○	○		農地	玉石を詰めた木工沈床の根固め	穴居性の魚類の生息場所	水際線に変化を出している
	巨石根固	高梁川	○	○	○	○		農地	巨石を用いた根固め護岸	多種・数の魚類の良好な生息 場所	水面、石、その上の緑が良く 調和した河川景観

分類	工 法	河 川 名	河 川 特 性						付 近 の 状 況	土 木 的 特 徴	生 態 的 特 徴	景 観 的 特 徴
			規模	勾配	形状	河床	河床	河床				
			大	中	急	緩	急	緩				
			小	流	流	流	流	流				
水 制	沈床併用 木杭水制	長 良 川	○	○	○	○	○	○	背割堤	壁面にそだ・玉石をのせた沈床 をもつ木杭出し	多種・数の魚類の良好な生息 場所	多少人工的ではあるが、水際 景観にアクセントとなる
	木杭水制	千 曲 川	○	○	○	○	○	○	農地	木杭による透過型の水制	植生により動物にも良好 洪水時には魚類の避難場所	ヤナギの繁茂により自然河岸 的な景観
	木杭水制	千 曲 川	○	○	○	○	○	○	住宅・ 農地	同上	陸上生物の良好な生息場所	コンクリート杭はマイナスだ が、ほぼ良好な景観
	石張水制	釜 無 川	○	○	○	○	○	○	住宅地	切石による練り石張りの水制	周囲は大型魚類の生息場所	水際景観にアクセントをつけ ている
	割石ケレ ップ水制	旭 川	○	○	○	○	○	○	住宅・ 農地	割石によるケレップ水制	魚類等の隠れ場所になる	単調な水際景観を引き締めて いる
	空石張水 制	渡 川	○	○	○	○	○	○	住宅地	切石による空石張りの水制	大型の魚類の生息場所になっ ている	単調な河岸景観を引き締めて いる
	そだ沈床 併用	木 曾 川	○	○	○	○	○	○	農地	玉石をそだ沈床の上に積み上げ た水制	穴居性の魚の生息場所	広大な水面の景観を引き締め ている
落 差 工	空石張水 制	千 曲 川	○	○	○	○	○	○	農地	切石による空石張りの水制	多種・数の魚の生息場所 鳥にとっても良好な環境	多少人工的だが、河川景観と しては違和感がない
	玉石張	岩 戸 川	○	○	○	○	○	○	山林	玉石や自然石による貯砂堰堤	ウナギ、ハゼ科魚類の遡上が 容易	周囲の溪流景観によく調和し ている
	巨石	磐 石 谷	○	○	○	○	○	○	山林	巨石による空石積み砂防堰堤	陸上生物の水のみ場になっ ている	曲線が多いことから石づくり にしては柔らかな景観である

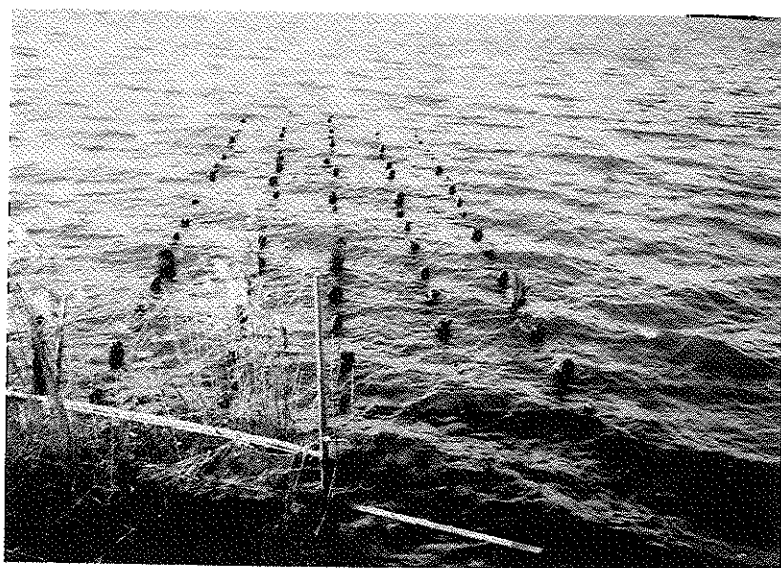
規模：大 川幅100m以上、中小 川幅100m以下

勾配：急流 1/500以上、緩流 1/1000以下

1/500～1/1000は流れの状況で判断

3.2.1 土木的な特徴

調査結果によると、生きた植物を使用した工法は、最近施工した木曽川の1例だけであり、多い材料は木材と石材であった。これは各工法の残存性にもよるであろうが、柳枝工は年数が経てば自然植生になってしまうため、現在の姿からその工法を予測し難いことにもよるのであろう。木杭出しや並杭など木杭を使用した工法が残っているのは、やはり緩流部が多いようである（写真－1）。



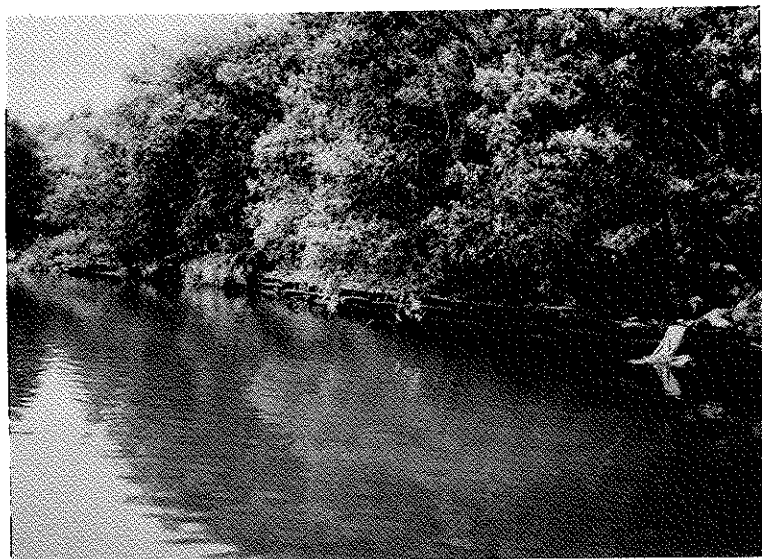
写真－1 木杭出し水制

木材と石材を使用した工法では、農具川のように最近施工したものは別として、完全に残っているのはやはり緩流部であった（写真－2）。

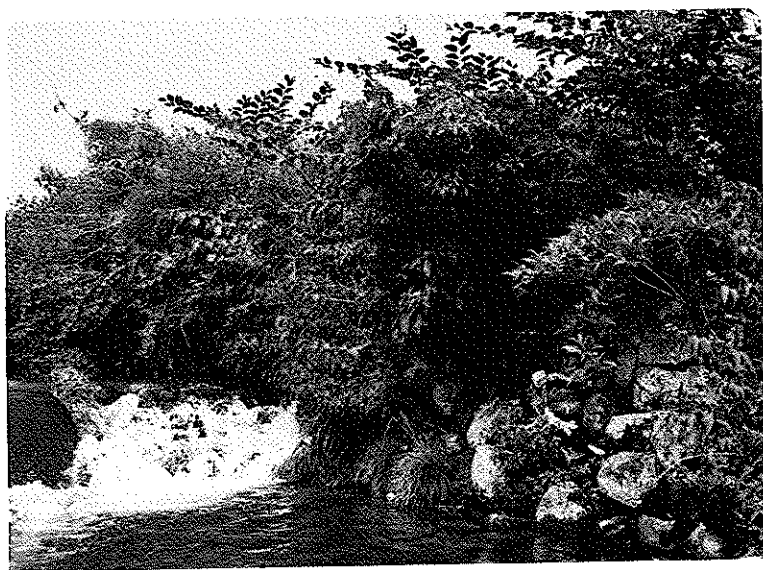
水衝部での施工では、現在完全な姿のものは少なく、ほとんどが破損していた。

千曲川の例にみられるように玉石を裏詰した杭柵は保存状態が比較的良好で、砂泥の多い河川には適しているのかもしれない。

石材を使用した構造物のうち、よく残っているものは切石による空石積みの工法であった（写真－3）。



写真－２ 割石と松丸太使用の根固工



写真－３ 空石積護岸

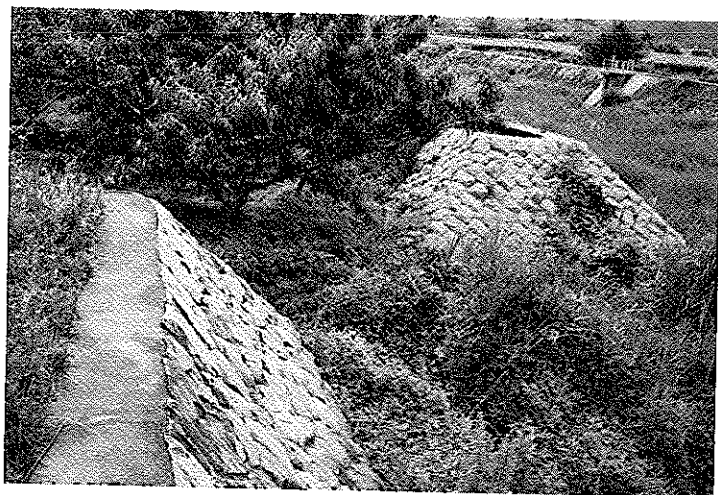
これは、強い材料であることと、屈とう性があるため多少の形の変化には対応できたためと考えられる。全体としていえることは、たとえ緩流河

川であっても水衝部には、何らかの型式で石材を用いている。これらの場合、石材は玉石、割石、切石等であったが、木曽川の例のように、施工場所では得られない石材を使用している例もある。また、時代によっては玉石を使用したり、割石を使用するなどその時々々の社会または経済情勢を反映した材料を使用しているようである。

蛇かご工は、現在でもよく施工されているが、調査結果から判断すると、定期的な補修を行えばその本来の役割は充分果たし、さらに、生態や景観の環境面にもよい結果を与えられていると考えられる。

近年の近代的な土木建設工法による河川改修が全国的に進んでいる中で、わが国の伝統的河川工法の多くは姿を消しつつあるといわれている。しかし、現地調査の結果、これらの構造物は現在でもかなり残っていることが明らかになった。また、地方によっては、それらの技術や工法、さらに洪水制御システムなど、古来のやり方や考えかたが維持されている事例もいくつかみられた。

例えば、山梨県には武田信玄に始まったといわれる甲州流の治水技術が伝えられており、霞堤や溢流堤、導流堤、背割堤などが今日も健在である（写真－４）。調査によると、堤防は主として石張工および芝工で法覆さ



写真－４ 霞 堤

れ、法留には杭柵工や蛇かご、捨石などが施工され、根固めには木工沈床や蛇かご、牛類、捨石などで施工されていた。また、透過性の材料や構造をもつものも多くみられた。

木曽川では、現在でもそだを組み、それを杭に編みつけ、砂利や割石をのせた工法を施工している。

これらの結果から、わが国の伝統的河川工法は、施工場所、材料、工法等の選定を確実に行えば、コンクリートや鉄鋼等を使用する現在の工法と同様に、その機能を果たし、耐久性もあるものと考えられる。

3.2.2 生態的な特徴

国内における天然素材を用いた伝統的河川工法の施工地点では、概ね多くの水生生物の生息場所となっていた。また、これらの地点はほとんど水際までヤナギやヨシなどの植物が生育しているため、陸上の動物にとっても連続性（安全に水を飲むなど）が確保されているなど、生態面への配慮という観点からはその効果が認められる。

その中でも、根固めなどに用いられた木工沈床、巨石を用いた空石積み護岸や水制などの施工地点では、とくに多くの魚を確認した（写真－5）。



写真－5 木工沈床の水中状況

これらの工法を用いた場合、素材間の空隙の形状が多様でかつ流速の変化も大きくなる。したがって、魚は自身の習性に応じた形状の空間あるいは流速帯を選択することが可能となる。つまり、そうした環境は多種の魚を多数生息させることができる収容力を有していると言えることができる。

一方、同じように天然素材を用いた工法であっても、杭柵工や蛇かごに見られるような比較的小さな玉石を詰めた構造のものは、狭い空間のみが形成され、内部の流速変化も乏しいため、魚の生息にとっての空間構造が単調になりやすい。このような空間は、ウナギ、エビなどの穴居性のものは生息が可能であるが、多くの遊泳性の魚にとっては必ずしも好適とはいえない難しいと考えられる（写真－６）。



写真－６ 蛇かご工の水中状況

以上のことから、水中生物の生息に配慮するのであれば、空間の形状、流速に多様性を持たせる必要があり、素材そのものよりは、むしろ構造にポイントを置くことが重要であると考えられる。

広い視野で見た場合、空間構造の多様性とは、具体的には瀬や淵の存在で、流速、水深、河床材料に変化があり、多様な習性の生物が多く生息で

きる空間があることを意味する。伝統的河川工法のうちで、こうした空間を形成するものとしては水制工があげられよう。

3.2.3 景観面での特徴

わが国における伝統的河川工法では、木材・自然石など、自然の素材を使用している。調査結果の箇所でも、材料そのものが周囲の自然になじみやすく、時間の経過とともに自然にとけ込み一体化しているものが大半であった。

しかし、それ以上に景観形成に大きく関わっているのが、時間の経過とともに生長し繁茂している植物である（写真－7）。



写真－7 自然の中に溶け込んだ空石積護岸

日本国内は一般に、気候条件が植物の生育に適しているため、緑の回復力もまた強い。施工時には全く緑のない構造物であっても、植物の生育可能な空間さえあれば、草木が根を張り、やがて陸地の構造物を覆い隠すことになる。

調査した各地の伝統的河川工法による構造物についても、そのほとんどで盛土や割石の隙間から、それぞれの環境に応じて樹木や草木が自生して

いた。植物の繁茂は一方で、洪水時の疎通能力等に影響を与えるものであり、伝統的河川工法を採用するにあたっては、この点をどのように改善していくかが、重要な事柄の1つとなろう。

4. おわりに

本文は、伝統的河川工法による河川構造物の事例調査を行い、その特徴を土木的、生態的、景観的観点から、分析した結果について述べたものである。本文でも述べたように、わが国の伝統的河川工法は、使用する工法や材料、施工場所、施工方法等に改良を加えることによって、自然豊かな川づくりに資する大きな可能性を持っているといえる。

今後とも、幅広い調査を継続することによって、今日的視野にたった伝統的河川工法の見直しを行っていきたいと考えている。

なお、本調査は関前研究第2部次長が中心となって実施したものである。ここに記して感謝を申し上げます。また、本調査にあたって御協力を頂いた建設省北陸地方建設局千曲川工事事務所、中部地方建設局木曾川下流工事事務所、榊西日本科学技術研究所に感謝を申し上げます。

(本稿は第5回都市河川セミナーでの講演要旨に若干加筆したものである。)

参考文献

- 1) (財)リバーフロント整備センター編：「まちと水辺に豊かな自然を」、山海堂、1990.